

SECTION 7. Mechanics and machine construction.

Fedor Ivanovich Kimcandidate of technical Sciences, Professor,
Taraz State University named after M.Kh. Dulati,
Kazakhstan**WAYS TO CONTROL THE DISTRIBUTION OF DEFORMATION IN THE
WORKPIECE-TOP SHOES IN FORMING**

Abstract: *In the article the methods of purposeful management of the distribution pattern of deformations in the workpiece-top shoes along around the contours of the forming surface pads (punch) in forming.*

Key words: *strain distribution, shoes, stocking, molding.*

Citation: Kim FI (2014) WAYS TO CONTROL THE DISTRIBUTION OF DEFORMATION IN THE WORKPIECE-TOP SHOES IN FORMING. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 74-78. doi: <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.12>

УДК 685.34:004.94

**СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ДЕФОРМАЦИЙ В ЗАГОТОВКЕ
ВЕРХА ОБУВИ ПРИ ФОРМОВАНИИ**

Аннотация: *В статье рассмотрены способы целенаправленного управления закономерностью распределения деформаций в заготовке верха обуви вдоль огибаемых контуров формирующей поверхности колодки (пуансона) при формовании.*

Ключевые слова: *распределение деформаций, обувь, заготовка, формование.*

Одним из показателей качества формования верха обуви является равномерное растяжение заготовки вдоль огибаемых контуров формирующей поверхности колодки [1]. Традиционные способы формования заготовок верха обуви и устройства, применяемые для их осуществления, не позволяют целенаправленно управлять распределением деформаций в заготовке и, в частном случае, обеспечивать равномерное растяжение заготовки на колодке.

Первые исследования, посвященные разработке способа активного управления распределением деформаций в заготовке при формовании, приведены в работах [2]. В этих работах для равномерного растяжения заготовки изменению сил трения между заготовкой и формирующей поверхностью пуансона (колодки) противопоставлено свойство кожевенных материалов изменять свои характеристики пластичности при изменении температуры их прогрева.

Сущность предлагаемого способа основана на том, что при проведении операции предварительного формования носочно-пучковой части заготовки верха обуви заготовку увлажняют до 25-30% относительной влажности, надевают на равномерно обогреваемый пуансон и растягивают. Одновременно заготовку в процессе растяжения нагревают в центральной части до 60°C при постепенном снижении температуры к затяжной кромке до 25-30°C.

Рассмотрим подробнее математическое обеспечение этого способа.

Относительное удлинение материала в общем случае может быть определено по формуле

$$\varepsilon = \frac{ds - dl}{dl} 100\%, \quad (1)$$

где dl - длина элементарного участка заготовки на огибаемой поверхности до растяжения;
 ds - длина элементарного участка заготовки после растяжения.

Обозначив через $f(x) = \frac{ds}{dl}$ - функцию закона растяжимости заготовки на рассматриваемой поверхности из (1) имеем

$$f(x) = 1 + 100^{-1} \varepsilon(x), \quad (2)$$

где $\varepsilon(x)$ - относительное удлинение заготовки с учетом температуры прогрева материала T , определяемое по формуле [3]

$$\varepsilon(x) = (m_o + m_1 T Q_x^n) \quad (3)$$

Здесь $Q_x = \frac{P_x}{100}$, Н [4];

P_x - функция, описывающая закономерность распределения натяжения заготовки вдоль огибаемого контура формирующей поверхности пуансона (колодки) [5];

m_o , m_1 и n - постоянные значения, зависящие от механических свойств кожевенных материалов.

Значение коэффициента трения k заготовки на обогреваемом пуансоне может быть определено по результатам исследований [6] при средней температуре прогрева увлажненной кожи T_{cp}

$$T_{cp} = \frac{T_{max} + T_o}{2},$$

где T_o - температура прогрева материала на краевых участках заготовки;

T_{max} - максимальная температура прогрева заготовки, при которой не происходит сваривание в тонкой структуре коллагена кожи.

С учетом принятого допущения и зависимостей (3) и $P_x = P \cdot e^{-k\psi(x)}$ выражение (2) для функции закона растяжимости заготовки примет вид:

$$f(x) = 1 + 100^{-(n+1)} (m_o + m_1 T_x) P^n e^{-k_{cp} n \psi(x)}, \quad (4)$$

где $\psi(x)$ - функция, характеризующая конфигурацию огибаемого контура пуансона (колодки).

В общем случае, выражая $f(x)$ в виде некоторых заданных функций, можно управлять процессом формования верха обуви на неравномерно обогреваемом пуансоне. При равномерном растяжении заготовки вдоль огибаемой поверхности функция $f(x)$ является величиной постоянной и выражает степень удлинения материала, что может быть задано предварительно, например, на стадии проектирования заготовок верха обуви.

Пусть $f(x) = f = const$, тогда из (4) имеем

$$\frac{100^{n+1} (f - 1) e^{kn\psi(x)}}{P^n} = m_o + m_1 T(x),$$

или

$$\frac{\varepsilon 100^n}{P^n} e^{kn\psi(x)} = m_o + m_1 T(x). \quad (5)$$

Учитывая, что

$$\frac{100^n \varepsilon}{P^n} = A_o,$$

где A_o - коэффициент деформации кожи на краевых участках заготовки.

Приведем уравнение (5) относительно температуры прогрева верха обуви

$$T_x = \frac{A_o}{m_1} e^{kn\psi(x)} - \frac{m_o}{m_1}. \quad (6)$$

Полученная зависимость выражает закономерность распределения температуры прогрева заготовки вдоль огибаемого контура формирующей поверхности при равномерном растяжении верха обуви на обогреваемом пуансоне. Из этого уравнения следует, что температура прогрева заготовки вдоль огибаемого контура формирующей поверхности при равномерном формовании описывается показательной зависимостью и зависит от показателей механических свойств кожи A_o, n, m_1, m_o , коэффициента трения k и конфигурации направляющей поверхности пуансона.

Для равномерного формования верха обуви на практике необходимо исследовать и разработать неравномерно обогреваемый пуансон, который обеспечивал бы при нагреве требуемую закономерность прогрева заготовки по формуле (6). В этом случае указанная зависимость может быть принята в качестве одного из граничных условий для теплового расчета неравномерно обогреваемого пуансона, как это реализовано в работах.

В работах [7-8] технологическим фактором, воздействующим на механические свойства заготовки, принята ее влажность. В качестве уравнения описывающего взаимосвязь нагрузки Q и деформации ε кожи принята известная зависимость вида [9]

$$\varepsilon = (103W + 1.444)Q^{-0.0003W^2 + 0.0146W + 0.7085}, \quad (7)$$

где W - влажность кожевенного материала.

С учетом (7) функция $f(x)$ закона растяжимости кожаной заготовки вдоль огибаемого контура формирующей поверхности передней части колодки примет вид:

$$f(x) = 100^{-1}(1 + 100^{-1})(0,103W_x + 1,444)P_x^{-0,0003W_x^2 + 0,0146W_x + 0,7085}, \quad (8)$$

где W_x - влажность в сечении заготовки, заданном координатой x ;

P_x - натяжение заготовки в сечении с координатой x [5].

Из уравнения (8) следует, что, выражая $f(x)$ в виде заданных функций, можно управлять распределением деформаций в заготовке вдоль огибаемых контуров формирующей поверхности колодки при формовании. Например, в частном случае при равномерном формовании заготовки $f(x) = f = const$ выражает степень удлинения ее, что целесообразно задавать на стадии проектирования деталей верха обуви с учетом тягучести кожевенных материалов. При этом влажность W_x является переменным и неизвестным параметром.

Для исследования $W_x = W(x)$ в заготовке можно сформулировать однокритериальную одномерную задачу оптимизации вида

$$F(x) = f_p(x) - f_s(x) \rightarrow \min, \quad (9)$$

где $f_p(x)$ - расчетное значение деформации заготовки в сечении, заданном координатой x ;
 $f_s(x)$ - заданное значение деформации заготовки в этом же сечении.

Для решения уравнения (9) и определения распределения влажности W_x в заготовке разработаны алгоритм и программа расчета на ЭВМ с использованием метода золотого сечения.

На рисунках 1 и 2 показаны эпюры распределения влажности в заготовке при $f = 10\%$. Из этих эпюр следует, что для равномерного формования кожаной заготовки верха обуви на колодке заготовка должна быть увлажнена неравномерно по площади. В частности, максимальную влажность (25-30%) должна иметь заготовка в срединной части союзки, а минимальную (14-17%) – на краевых участках. Другими словами, на тех участках, где трение больше, заготовка должна быть увлажнена в большей степени.

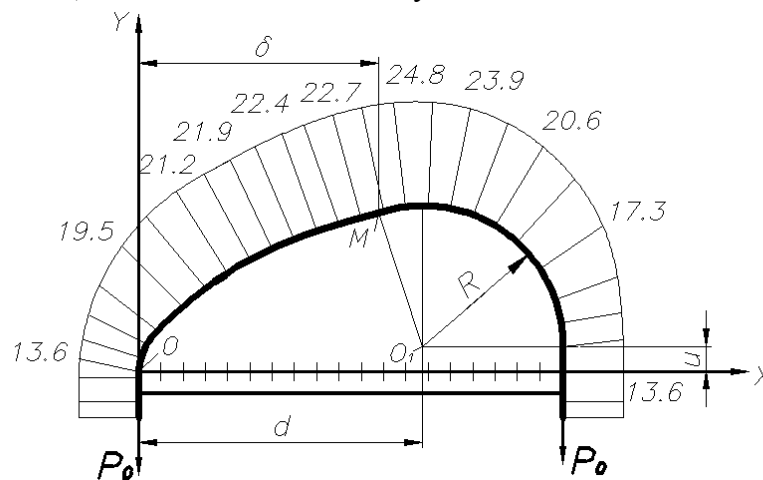


Рисунок 1 - Эпюра распределения влажности в заготовке на формирующей поверхности типа «парабола-окружность».

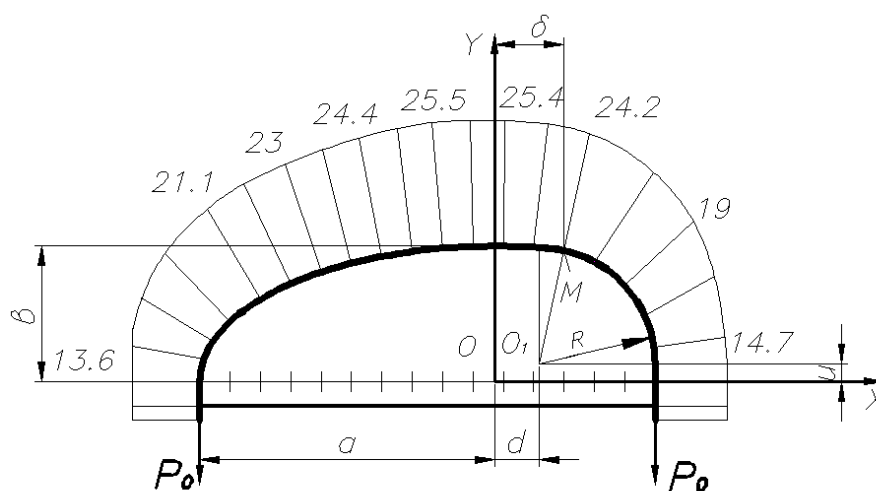


Рисунок 2 - Эпюра распределения влажности в заготовке на формирующей поверхности типа «эллипс-окружность».

Полученные результаты работы могут лечь в основу разработки новых методик расчета конфигурации и площади заготовок, а также устройств для формования верха

обуви на колодке, позволяющих повысить качество изготавливаемой обуви и рационально использовать кожевенные материалы.

References:

1. Kupriyanov MP (1974) Kharakter deformatsii verkha obuvi pri razlichnykh sposobakh formovaniya: Izvestiya VUZov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti, No.4, pp.63-70.
2. Kim FI, Lebedev VS, Maradzhapov IK (1983) A.s. 991999 SSSR. Sposob predvaritel'nogo formovaniya nosочно-puchkovoy chasti zagotovki verkha obuvi. Opubl. v BI, No.4.
3. Kim FI, Lebedev VS (1980) Vliyanie temperatury na usilie i deformatsiyu kozhi pri rastyazhenii. Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost', No.2, pp.59-61.
4. Skatерной VA, Zybin YuP (1957) Svoystva obuvnykh tkaney pri rastyazhenii. Nauchnye trudy MTILP, t.9, pp. 196-214.
5. Kim FI (2011) Natyazhenie kozhanoy zagotovki na ellipticheskom i parabolicheskom tsilindrakh. Mekhanika i modelirovanie protsessov tekhnologii, No.1, pp. 86-90.
6. Kim FI (2009) Issledovanie treniya skol'zheniya uvlazhnennoy kozhi na obogrevaemoy metallicheskoy poverkhnosti. Mekhanika i modelirovanie protsessov tekhnologii, No.2, pp. 273-277.
7. Kim FI, Ermekbaeva DB, Zubov VYu (2003) Predvaritel'nyy patent № 15564 RK. Sposob uvlazhneniya nosочно-puchkovoy chasti zagotovki verkha obuvi pered formovaniem i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya. Opubl. v BI, No.10.
8. Kim FI, Munasipov SE, Sokolovskiy AR (2009) Metody i tekhnologii modelirovaniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya zagotovki obuvi pri formovanii. Taraz: Taraz universiteti, 91.
9. Orzhyakauskas PI, Pekarskas VP, Rayatskas VL (1986) Prognozirovanie deformatsionnykh svoystv sistemy materialov verkha obuvi. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti, No.5, pp. 31-37.